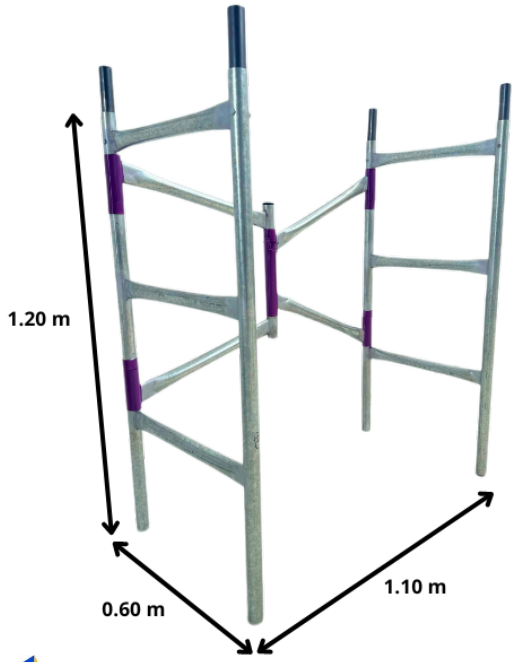
ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE ANDAMIO BANQUETERO (**SBT-8**) A BASE DE PERFILES TUBULARES DE ACERO GALVANIZADO



ANDAMIOS LIGEROS

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD EXCLUSIVA DE REDES ANTICAIDAS S.A. DE C.V./ PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN COPIA Y O DISTRIBUCIÓN.
Derechos reservados.

EN ATENCIÓN A: LUIS ÁNGEL CORAL LÓPEZ

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

Contenido

1. PROPÓSITO 2
2. GENERAL/ALCANCE 2
3. RESPONSABILIDADES.....2
4. MATERIALES 2
5. DETERMINACIÓN DE CARGAS DE SERVICIO 5
6. REVISIÓN ESTRUCTURAL DEL ANDAMIO A BASE DE PERFILES TUBULARES GALVANIZADOS CON EL SOFTWARE DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL CYPECAD (CYPE 3D) 8
6.1. ESCENARIO 1 (CARGA DISTRIBUIDA SOBRE PLATAFORMA DEL ANDAMIO) 8
6.2. ESCENARIO 2 (CARGA PUNTUAL SOBRE PATAS DE APOYO DEL ANDAMIO) 16
6.3. ESCENARIO 3 (CARGA DISTRIBUIDA SOBRE PLATAFORMA DE ANDAMIOS EN TORRE TIPO 1).....19
6.4. ESCENARIO 4 (CARGA PUNTUAL SOBRE LAS PATAS DEL ANDAMIO, EN TORRE TIPO 1) 22
7. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES 26
8. BIBLIOGRAFÍA 29

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

1. PROPÓSITO.

EL PROPÓSITO DEL PRESENTE TRABAJO ES LA REVISIÓN DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL ANDAMIO BANQUETERO SBT-8, CON DISTINTOS ESCENARIOS DE CARGAS. ESTÁ ESTRUCTURA ESTA FORMADA CON PERFILES TUBULARES DE ACERO GALVANIZADO CAL.20. ESTE ANÁLISIS ESTÁ RESPETANDO ESPECIFICACIONES Y NORMAS AISC Y NOM-009 STPS-2011.

2. GENERAL/ALCANCE.

EL ALCANCE DE ESTE DOCUMENTO ES GARANTIZAR LA FUNCIONALIDAD ESTRUCTURAL DEL ANDAMIO BANQUETERO SBT-8, FORMADO CON PERFILES DE ACERO. ESTE ELEMENTO ESTRUCTURAL TIENE COMO FINALIDAD EL SOPORTE DE PERSONAL DE TRABAJO EN ALTURAS Y MATERIALES.

3. RESPONSABILIDADES.

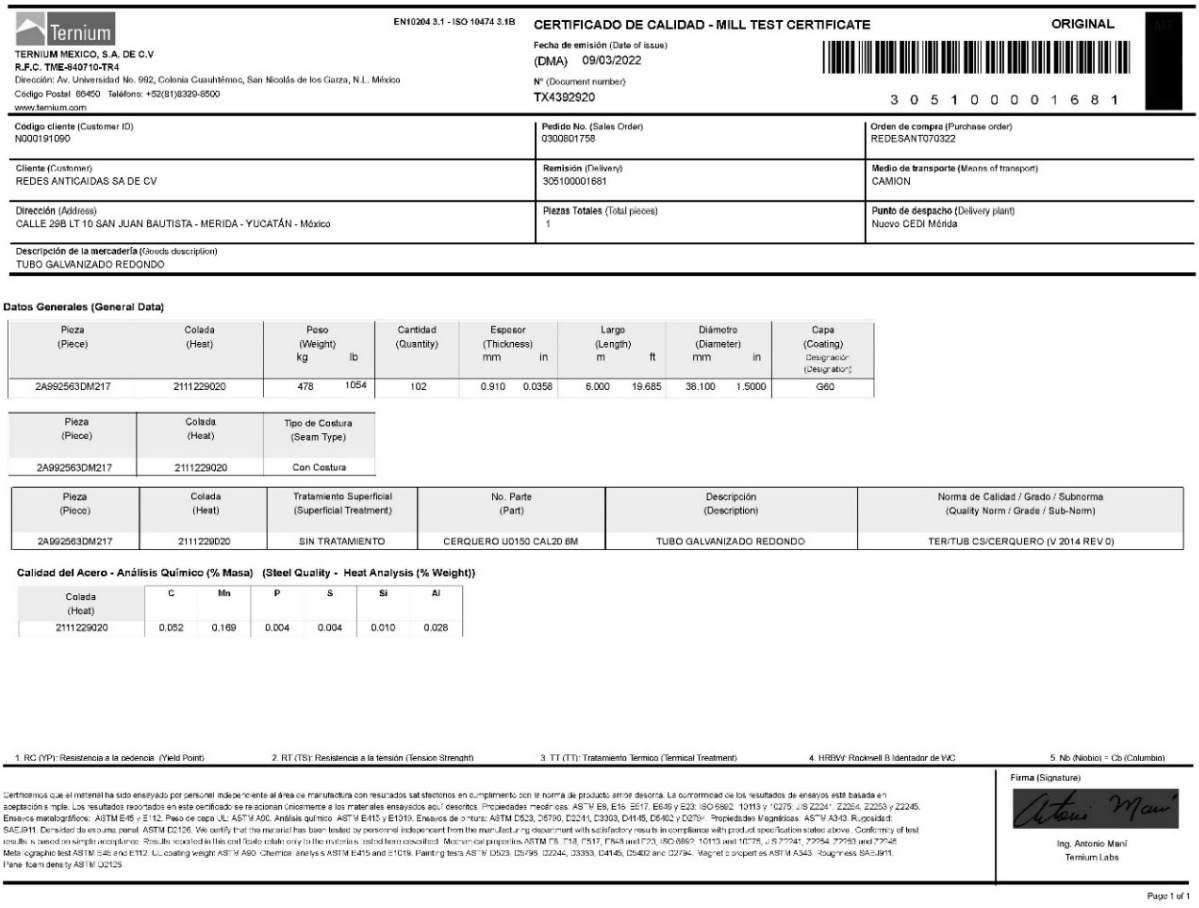
LAS QUE RESULTEN SIEMPRE QUE SE CUMPLA CON LAS CALIDADES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS PARA LA FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA, LA CALIDAD DEL ACERO QUE COMO SEÑALA EL FABRICANTE DEBERÁ SER ACERO NORMA ASTM A-513, LAS SOLDADURAS SE HARÁN EMPLEANDO COMO MATERIAL DE APORTACIÓN SOLDADURA POR MICROALAMBRE DE NUCLEO FUNDENTE DE 0.8 mm DE ESPESOR, CON MÁQUINA ELÉCTRICA MARCA TRUPER O´SIMILAR.

4. MATERIALES

LA TUBERÍA REDONDA DE ACERO AL CARBONO Y ALEADA SE CARACTERIZA POR SU SECCIÓN CIRCULAR, LA CUAL ESTÁ FORMADA MEDIANTE EL PROCESO DE SOLDADURA POR RESISTENCIA ELÉCTRICA. ESTA TUBERÍA CUENTA CON ACABADO NEGRO Y GALVANIZADO Y SE UTILIZA EN APLICACIONES ESTRUCTURALES COMO ANDAMIOS, PASAMANOS Y DEFENSAS, POR MENCIONAR ALGUNOS.

ESTE TUBO CERQUERO DE ACERO SE PROPORCIONA EN DIFERENTES DIMENSIONES Y ESPESORES. SE TRATA DE UN PRODUCTO ESPECIAL QUE SE SUJETA A MÍNIMOS DE FABRICACIÓN. LA TUBERÍA REDONDA ESTÁ FABRICADA BAJO LA NORMA ASTM A500 Y ASTM A513 CON ACABADO PINTADO Y GALVANIZADO. SE PUEDE SOLICITAR EN DIFERENTES CALIBRES, LONGITUDES Y ACABADOS.

- CERTIFICACIÓN DEL MATERIAL ENTREGADA POR EL PROVEEDOR DEL TUBO GALVANIZADO.



Ternium

EN10204 3.1 - ISO 10474 3.1B

TERNIUM MEXICO, S.A. DE C.V
R.F.C. TME-840710-TR4
Dirección: Av. Universidad No. 992, Colonia Cuauhtémoc, San Nicolás de los Garza, N.L. México
Código Postal 66450 Teléfono: +52(81)8329-8500
www.ternium.com

CERTIFICADO DE CALIDAD - MILL TEST CERTIFICATE ORIGINAL

Fecha de emisión (Date of issue)
(DMA) 09/03/2022

Nº (Document number)
TX4392920

3 0 5 1 0 0 0 0 1 6 8 1

Código cliente (Customer ID)	Pedido No. (Sales Order)	Orden de compra (Purchase order)
N000191090	0300801758	REDESANT070322
Cliente (Customer)	**Remisión** (Delivery)	**Medio de transporte** (Means of transport)
REDES ANTICAIDAS SA DE CV	305100001681	CAMION
Dirección (Address)	**Piezas Totales** (Total pieces)	**Punto de despacho** (Delivery plant)
CALLE 29B LT 10 SAN JUAN BAUTISTA - MERIDA - YUCATÁN - México	1	Nuevo CEDI Mérida

Descripción de la mercadería (Goods description)
TUBO GALVANIZADO REDONDO

Datos Generales (General Data)

Pieza (Piece)	Colada (Heat)	Peso (Weight) kg	lb	Cantidad (Quantity)	Espesor (Thickness) mm	in	Largo (Length) m	ft	Diámetro (Diameter) mm	in	Capa (Coating) Designación (Designation)
2A992563DM217	2111229020	478	1054	102	0.910	0.0358	6.000	19.685	38.100	1.5000	G60

Pieza (Piece)	Colada (Heat)	Tipo de Costura (Seam Type)
2A992563DM217	2111229020	Con Costura

Pieza (Piece)	Colada (Heat)	Tratamiento Superficial (Superficial Treatment)	No. Parte (Part)	Descripción (Description)	Norma de Calidad / Grado / Subnorma (Quality Norm / Grade / Sub-Norm)
2A992563DM217	2111229020	SIN TRATAMIENTO	CERQUERO U0150 CAL20 6M	TUBO GALVANIZADO REDONDO	TER/TUB CS/CERQUERO (V 2014 REV 0)

Calidad del Acero - Análisis Químico (% Masa) (Steel Quality - Heat Analysis (% Weight))

Colada (Heat)	C	Mn	P	S	Si	Al
2111229020	0.052	0.169	0.004	0.004	0.010	0.028

1. RC (YP): Resistencia a la cedencia (Yield Point) 2. RT (TS): Resistencia a la tensión (Tension Strength) 3. TT (TT): Tratamiento Termico (Termical Treatment) 4. HRBW: Rockwell B Identador de WC 5. Nb (Niobio) = Cb (Columbio)

Certificamos que el material ha sido ensayado por personal independiente al área de manufactura con resultados satisfactorios en cumplimiento con la norma de producto arriba descrita. La conformidad de los resultados de ensayos está basada en aceptación simple. Los resultados reportados en este certificado se relacionan únicamente a los materiales ensayados aquí descritos. Propiedades mecánicas: ASTM E8, E15, E17, E646 y E23; ISO 6892, 10113 y 10275; JIS Z2241, Z2254, Z2253 y Z2245. Ensayos metalográficos: ASTM E45 y E112. Peso de capa JIL: ASTM A90. Análisis químico: ASTM E415 y E1019. Ensayos de pintura: ASTM D523, D5795, D2244, D3363, D4145, D5402 y D2794. Propiedades Magnéticas: ASTM A343. Rugosidad: SAEJ911. Densidad de espuma panel: ASTM D2126. We certify that the material has been tested by personnel independent from the manufacturing department with satisfactory results in compliance with product specification stated above. Conformity of test results is based on simple acceptance. Results reported in this certificate relate only to the materials tested here described. Mechanical properties: ASTM E8, E15, E517, E646 and E23, ISO 6892, 10113 and 10275, JIS Z2241, Z2254, Z2253 and Z2245. Metallographic test ASTM E45 and E112. UL coating weight: ASTM A90. Chemical analysis ASTM E415 and E1019. Painting tests: ASTM D523, D5795, D2244, D3363, D4145, D5402 and D2794. Magnet properties ASTM A343. Roughness SAEJ911. Panel foam density ASTM D2129.

Firma (Signature)

Ing. Antonio Mani
Ternium Labs

Page 1 of 1

Norma: ASTM A513. A513 TIPO 1 EL TUBO SE UTILIZA PARA LOS MUEBLES, BASTIDORES DE ALMACENAMIENTO, COMPONENTES DE LA MÁQUINA, VALLAS Y MÁS.

LA TUBERÍA INDUSTRIAL CUENTA CON UNA RESISTENCIA A LA TENSIÓN: MÍNIMO 42 KSI (290 MPA) (2,953 KG/CM2). LÍMITE DE FLUENCIA: MÍNIMO 30 KSI (205 MPA) (2,110 KG/CM2).

SUS MÚLTIPLES PROPIEDADES COMO ALTA RESISTENCIA Y MALEABILIDAD, SE EMPLEA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE NAVES INDUSTRIALES, POZOS PROFUNDOS U OBRAS EN LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA. OTRAS APLICACIONES LAS ENCONTRAMOS EN MUEBLES, AUTOPARTES, HERRERÍA, PORTONES, CIELOS RASOS, Y CONSTRUCCIÓN.

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO	ASTM A-513		ASTM A-500					
	Calidad Comercial	Alta Resistencia	Tubería Redonda			Cuad. y Rect.		
	Tipo 1a, 1b y 2	HSLA G50	Grado A	Grado B	Grado C	Grado A	Grado B	Grado C
Esfuerzo de Tensión, Min, Psi [MPa]	42 000 [290]	65 000 [448]	45 000 [310]	58 000 [400]	62 000 [425]	45 000 [310]	58 000 [400]	62 000 [425]
Esfuerzo de Cedencia, Min, Psi [MPa]	30 000 [207]	50 000 [345]	33 000 [230]	42 000 [290]	46 000 [315]	39 000 [270]	46 000 [315]	50 000 [345]
Elongación en 2 pulg. [50mm], min%	15	22	25	23	21	25	23	21
	CC	AR	GA	GB	GC	GA	GB	GC

EL TUBO DE ACERO GALVANIZADO CUMPLE LA NORMA ASTM A-513

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO DE CALIDAD COMERCIAL TIPO 1

ESFUERZO DE FLUENCIA (207 MPa) = 2,110 KG/CM2

ESFUERZO MÁXIMO DE TENSIÓN (290 MPa) = 2,953 KG/CM2

DISEÑO POR FACTORES DE CARGA Y RESISTENCIA (DFCR). LAS CARGAS DE SERVICIO FUERON MAYORADAS CON FACTOR DE SEGURIDAD DE 4 POR NORMA (NOM 009-STPS), SE CALCULA EL ESFUERZO DE TENSIÓN PROMEDIO DEL ACERO A-513.

ESFUERZO DE TENSIÓN PROMEDIO A-513 = (2,110+2,953) /2= 2,526.50 KG/CM2

CORRELACIÓN DEL ACERO A-36 Y A-513.

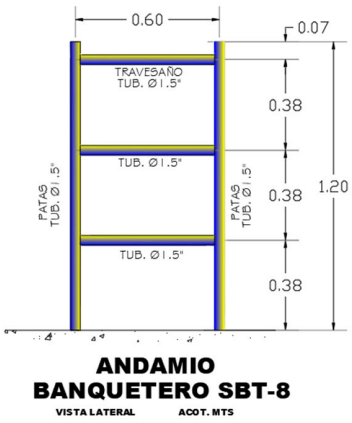
EL ACERO A-36 TIENE UN ESFUERZO DE FLUENCIA DE 2,548.42 KG/CM2, ESTE VALOR SE UTILIZA PARA DISEÑO POR ESFUERZOS ADMISIBLES (ASD).

EN NUESTRO ANÁLISIS DISEÑAREMOS POR FACTORES DE CARGA Y RESISTENCIA (DFCR). SE PUEDE USAR PARA CALCULAR EL ACERO A-36, DEBIDO A QUE EL VALOR DEL ESFUERZO ES PRÁCTICAMENTE IGUAL AL ESFUERZO PROMEDIO DE TENSIÓN DEL ACERO A-513

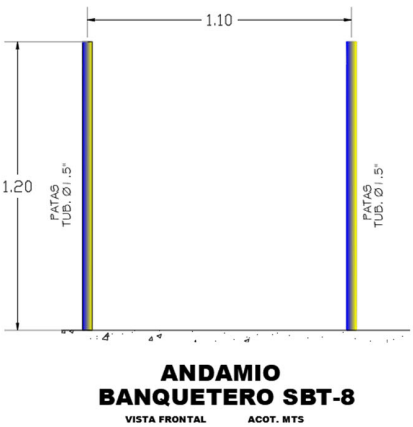
ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

4. DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE SERVICIO.

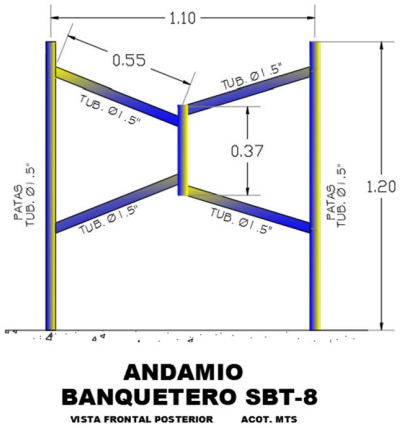
DESCRIPCIÓN: ANDAMIO TIPO BANQUETERO SBT-8 A BASE DE PERFILES TUBULARES GALVANIZADOS DE Φ1.5“CAL. 20



ANDAMIO BANQUETERO SBT-8
VISTA LATERAL ACOT. MTS



ANDAMIO BANQUETERO SBT-8
VISTA FRONTAL ACOT. MTS



ANDAMIO BANQUETERO SBT-8
VISTA FRONTAL POSTERIOR ACOT. MTS

CONEXIÓN DE CRUCETAS DEL ANDAMIO

MATERIAL DE FIJACIÓN DE CRUCETAS: REDONDO 1/2" EN ACERO IMPORTADO 1018, CORTADO A 5 CM. DE LARGO.

MECANISMO DE SEGURIDAD: MARIPOSA TROQUELADA CON LÁMINA DECAPADA O ROLADA EN CALIENTE CALIBRE 11. REMACHE A PRESIÓN EN ACERO REDONDO 3 MM.

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ

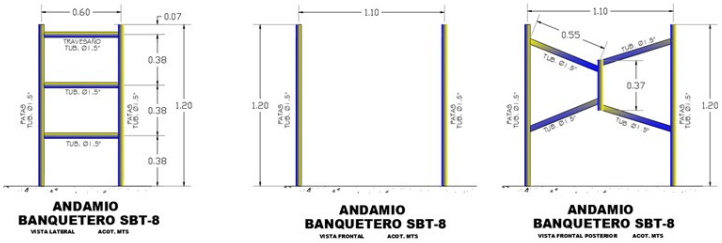
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005

TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

ANÁLISIS DE CARGAS

DESCRIPCION: ANDAMIO **BANQUETERO SBT-8 FORMADO CON TUBO GALV. DE 1.5" DE DIAM. CAL. 20**

DIMENSIONES:



DIMENSIONES DEL ANDAMIO:

ANCHO A EJE=	0.60 m
ANCHO A PAÑO INTERIOR=	0.56 m
LARGO DEL ANDAMIO A EJE=	1.10 m

USO DEL ANDAMIO: SOPORTE DE PERSONAL EN ALTURAS Y MATERIALES

PESO DEL ANDAMIO TOTAL

PERFIL DE ACERO TUBO DE 1.5" CAL.20	***LONGITUD*** m	***PESO X UNIDAD*** kg/m	***PZA*** #	***TOTAL*** kg
POSTES	1.20	0.90	4	4.32
TRAVESAÑOS	0.56	0.90	2	1.01
PELDAÑOS	0.56	0.90	4	2.02
CRUCETA DERECHA	0.55	0.90	4	1.98
POSTE DE UNIÓN	0.37	0.90	1	0.33
			PESO PROPIO TOTAL=	**9.66**

PLATAFORMA 3

CARGA VIVA:

SI UNA (1) PERSONA TRANSITA POR EL ANDAMIO EL PESO SERÍA EL SIGUIENTE:

PESO POR PERSONA (KG)	NUM. DE PERSONAS	PESO TOT. POR PERSONAL
90	1	90.00

CARGA VIVA POR PERSONAL: 90.00 KG

CARGA MUERTA:

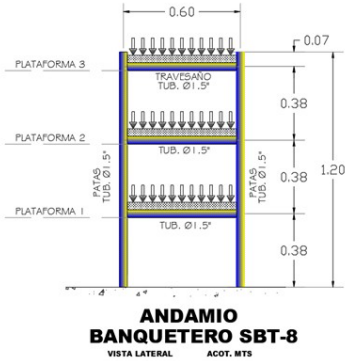
SI COLOCAMOS (4) BULTOS DE CEMENTO EN EL ANDAMIO EL PESO SERÍA EL SIGUIENTE:

PESO POR BULTO (KG)	BOLSAS DE CEMENTO	PESO TOTAL
50.00	4.00	200.00

CARGA MUERTA POR MONTEN DE APOYO EN PLATAFORMA DE TRABAJO

MONTEN DE 8" CAL. 14 (KG/ML)	LONGITUD (M)	# PZAS	PESO TOT. POR PLATAFORMA (KG)
5.38	1.10	3.00	**17.75**

SUMA CARGA MUERTA POR MATERIALES:	217.75 KG
SE CONSIDERA CARGA POR HERRAMIENTAS DE USO	26.50 KG
CARGA MUERTA:	**244.25** KG



PLATAFORMA 2

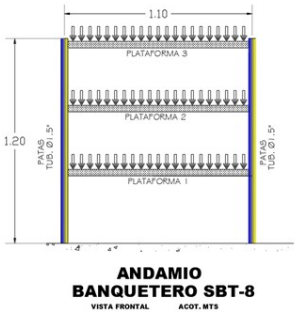
SI COLOCAMOS (1) BULTOS DE CEMENTO EN EL ANDAMIO EL PESO SERÍA EL SIGUIENTE:

PESO POR BULTO (KG)	BOLSAS DE CEMENTO	PESO TOTAL
50.00	1.00	50.00

PLATAFORMA 1

SI COLOCAMOS (1) BULTOS DE CEMENTO EN EL ANDAMIO EL PESO SERÍA EL SIGUIENTE:

PESO POR BULTO (KG)	BOLSAS DE CEMENTO	PESO TOTAL
50.00	1.00	50.00



PLATAFORMAS DE TRABAJO	CARGA MUERTA POR MATERIALES Y HERRAM. (KG)	CARGA VIVA POR PERSONAL (KG)	**CARGA OPERATIVA DE TRABAJO SOBRE LA PLATAFORMA (KG)**	FACTOR DE SEGURIDAD (NOM 009-STPS-2011)	**CARGA MÁXIMA DE TRABAJO SOBRE LA PLATAFORMA (KG)**
PLATAFORMA 3	244.25	90.00	334.25	4.00	**1,337.02**
PLATAFORMA 2	50.00	0.00	50.00	4.00	**200.00**
PLATAFORMA 1	50.00	0.00	50.00	4.00	**200.00**
		SUMA TOTAL:	**434.25**	SUMA TOTAL:	**1,737.02**

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

PLATAFORMA 3

BAJADA DE CARGA MÁXIMA DE TRABAJO EN LA PLATAFORMA 3

ÁREA DE PLATAFORMA	=	**0.62** m2
CAPACIDAD MÁXIMA DE CARGA POR M2	=	**2,162.76** KG/M2
CARGA MÁXIMA DE TRABAJO SOBRE LA PLATAFORMA	=	**1,337.02** KG
NÚMERO DE CARAS POR DONDE BAJA LA CARGA TOTAL	=	**2.00** CARAS
PESO QUE BAJA POR APOYO (CARA)	=	**668.51** KG
ANCHO EFECTIVO DE PLATAFORMA	=	**0.56** M
CARGA POR METRO LINEAL EN TRAVESAÑO	=	**1,189.52** KG/ML

PLATAFORMA 2

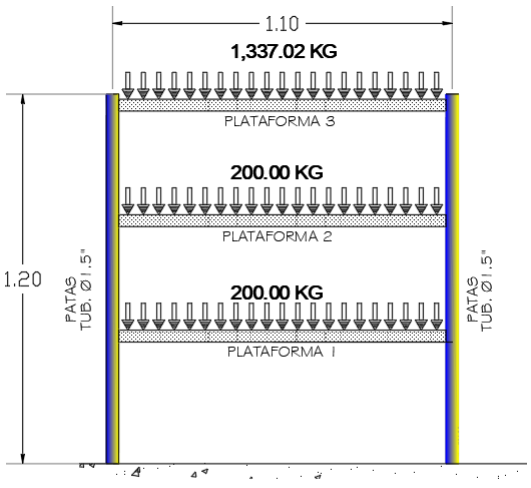
BAJADA DE CARGA EN LA PLATAFORMA 2

CARGA APLICADA SOBRE LA PLATAFORMA	=	**200.00** KG
NÚMERO DE CARAS POR DONDE BAJA LA CARGA TOTAL	=	**2.00** CARAS
PESO QUE BAJA POR APOYO (CARA)	=	**100.00** KG
ANCHO EFECTIVO DE PLATAFORMA	=	**0.56** M
CARGA POR METRO LINEAL EN TRAVESAÑO	=	**177.94** KG/ML

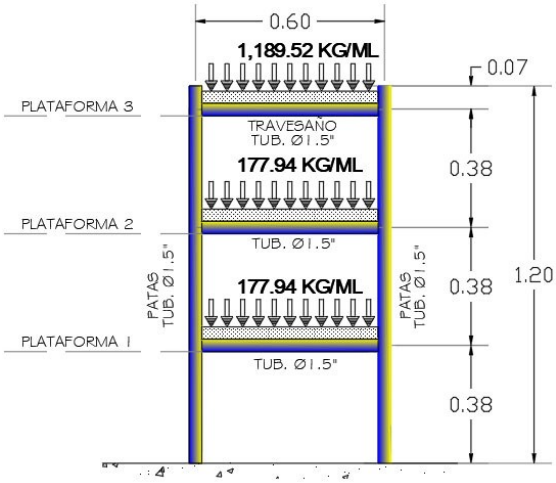
PLATAFORMA 1

BAJADA DE CARGA EN LA PLATAFORMA 1

CARGA APLICADA SOBRE LA PLATAFORMA	=	**200.00** KG
NÚMERO DE CARAS POR DONDE BAJA LA CARGA TOTAL	=	**2.00** CARAS
PESO QUE BAJA POR APOYO (CARA)	=	**100.00** KG
ANCHO EFECTIVO DE PLATAFORMA	=	**0.56** M
CARGA POR METRO LINEAL EN TRAVESAÑO	=	**177.94** KG/ML



ANDAMIO BANQUETERO SBT-8
VISTA FRONTAL ACOT. MTS



ANDAMIO BANQUETERO SBT-8
VISTA LATERAL ACOT. MTS

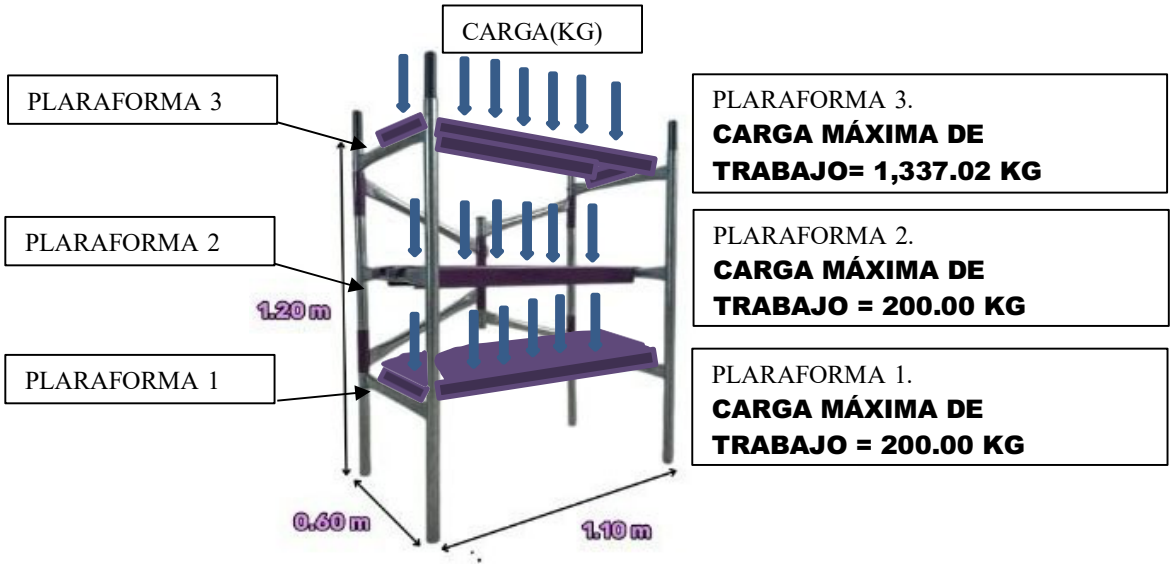
ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

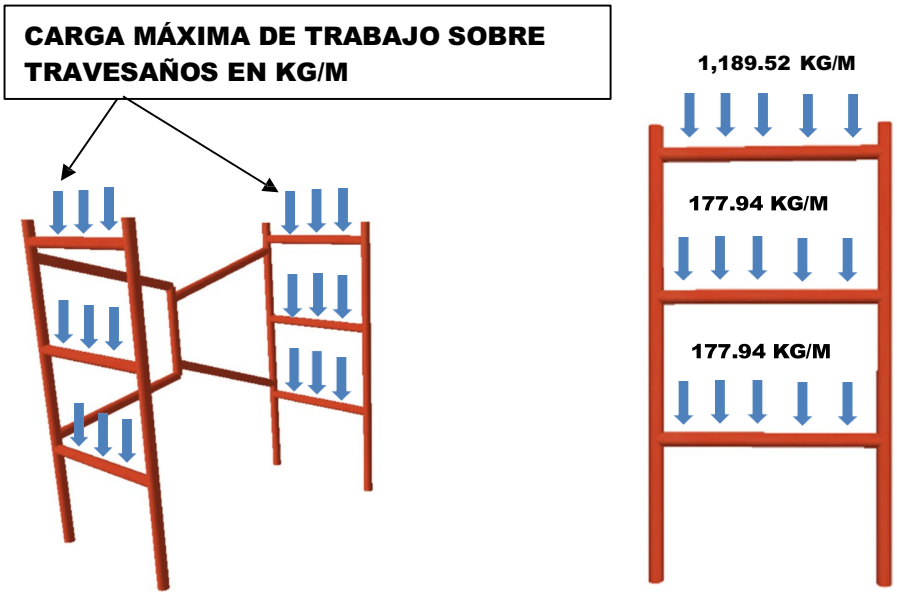
6. REVISIÓN ESTRUCTURAL DEL ANDAMIO A BASE DE PERFILES TUBULARES GALVANIZADOS DE ACERO A-513. CON EL SOFTWARE CYPECAD (CYPE 3D).

6.1 ESCENARIO 1. (CARGA DISTRIBUIDA SOBRE PLATAFORMA DEL ANDAMIO)

CARGA MÁXIMA DE TRABAJO= 1,737.02 KG

CARGA OPERATIVA DE TRABAJO= 434.25 KG





ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

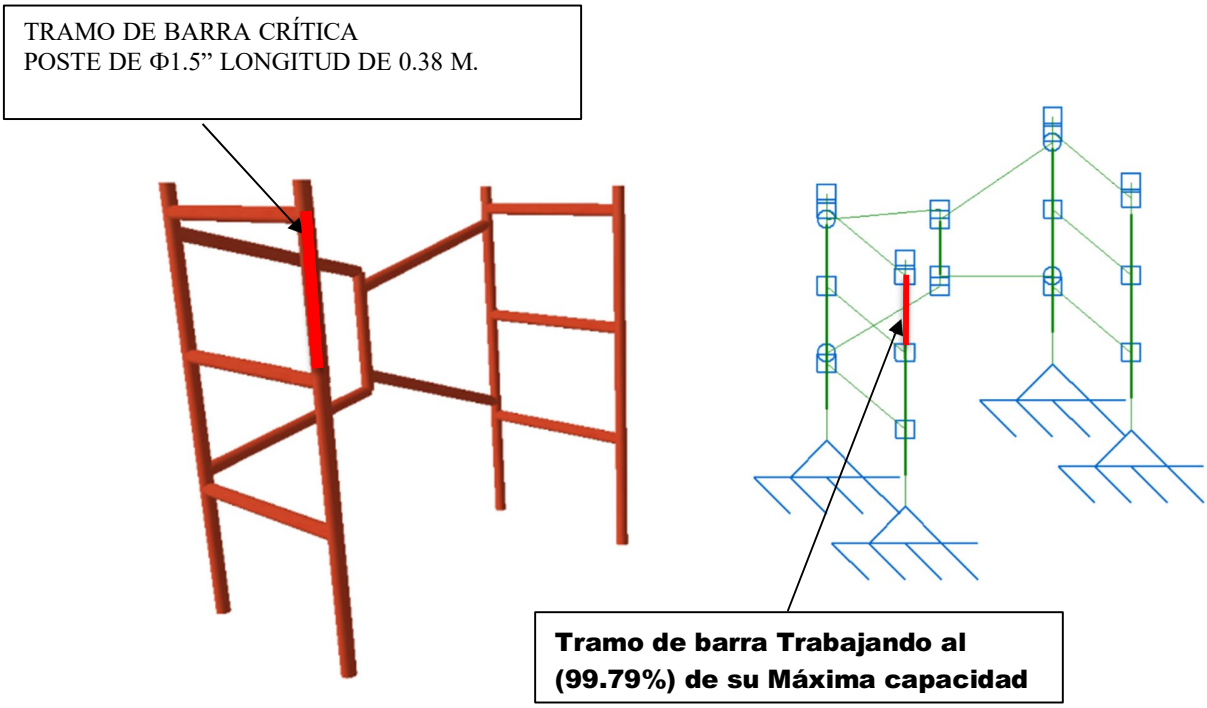


IMAGEN DEL TRAMO DE TUBO CON ESFUERZO CRÍTICO

- ANÁLISIS DEL TUBO MÁS ESFORZADO DE 1.5" (PULGADAS) CAL.20 DE 0.38 m DE LONGITUD.

DISEÑO POR FACTORES DE CARGA Y RESISTENCIA (DFCR). LAS CARGAS DE SERVICIO FUERON MAYORADAS CON FACTOR DE SEGURIDAD DE 4 POR NORMA (NOM 009-STPS), SE CALCULA EL ESFUERZO DE TENSIÓN PROMEDIO DEL ACERO A-513

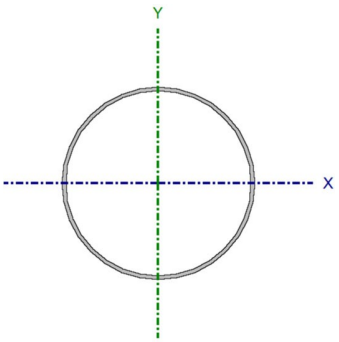
ESFUERZO DE TENSIÓN PROMEDIO A-513 = (2,110+2,953) /2= 2,526.50 KG/CM2

CORRELACIÓN DEL ACERO A-36 Y A-513.

EL ACERO A-36 TIENE UN ESFUERZO DE FLUENCIA DE 2,548.42 KG/CM2, ESTE VALOR SE UTILIZA PARA DISEÑO POR ESFUERZOS ADMISIBLES (ASD).

EN NUESTRO ANÁLISIS DISEÑAREMOS POR FACTORES DE CARGA Y RESISTENCIA (DFCR). SE PUEDE USAR PARA CALCULAR EL ACERO A-36, DEBIDO A QUE EL VALOR DEL ESFUERZO ES PRÁCTICAMENTE IGUAL AL ESFUERZO PROMEDIO DE TENSIÓN DEL ACERO A-513.

Perfil: TCL 38.1x0.9Material: Acero (A36)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_x(1) (cm4)	I_y(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N26	N27	0.375	1.05	1.82	1.82	3.64

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.375	0.375	0.000	0.000
C_b	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_b: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-10 (LRFD))								Estado
	P_t	λ_c	P_c	M_x	M_y	V_x	V_y	$PM_xM_yV_xV_yT$	
N26/N27	N.P.(1)	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 15.4	x: 0.375 m η = 91.9	N.P.(2)	N.P.(3)	η = 14.0	x: 0.375 m η = 99.8	**CUMPLE** **η = 99.8**

Notación:
P_t: Resistencia a tracción
λ_c: Limitación de esbeltez para compresión
P_c: Resistencia a compresión
M_x: Resistencia a flexión eje X
M_y: Resistencia a flexión eje Y
V_x: Resistencia a corte X
V_y: Resistencia a corte Y
$PM_xM_yV_xV_yT$: Esfuerzos combinados y torsión
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a tracción (Capítulo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es*:

$\lambda \leq 200$

λ : ***29*** ✓

Donde:

λ: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{KL}{r}$$

λ : *29*

Donde:

L: Longitud de la barra — **L** : *1200* mm

K: Factor de longitud efectiva. — **K** : *0.31*

r_x: Radio de giro respecto al eje X — **r_x** : *1.32* cm

Donde:

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

r_x : *1.32* cm

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X — **I_x** : *1.82* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. — **A** : *1.05* cm²

Notas:

*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

η_T : ***0.154*** ✓

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en el nudo N26, para la combinación de hipótesis 1.4·PP.

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **P_r** : *0.356* t

P_c: Resistencia de diseño a compresión — **P_c** : *2.311* t

$$P_c = \varphi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

φ_p: Factor de resistencia a compresión, tomado como: — **φ_p** : *0.90*

P_n: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-2-C: — **P_n** : *2.567* t

$$P_n = F_{cr} A$$

para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E7-2-C).

A: Área bruta de la sección de la barra. — **A** : *1.05* cm²

F_{cr}: Tensión de pandeo por flexión, tomada como: — **F_{cr}** : *2440.99* kg/cm²

a) Cuando: $\frac{Q \cdot F_y}{F_e} \leq 2.25$

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

$$F_{cr} = Q\left[0.658^{\frac{QF_y}{F_e}}\right]F_y$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras — **F_y** : *2548.42* kg/cm²

i) para secciones doblemente simétricas, F_e es el menor valor de: — **F_e** : *24765.56* kg/cm²

$$F_e = \left[\frac{\pi^2 EC_w}{(K_z L)^2} + GJ\right]\frac{1}{I_x + I_y}$$

F_e : ∞

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *2038735.98* kg/cm²
C_w: Constante de alabeo de la sección — **C_w** : *0.00* cm6
K_z: Factor de longitud efectiva de pandeo alrededor del eje Z — **K_z** : *0.00*
L: Longitud de la barra — **L** : *1200* mm
G: Módulo de elasticidad transversal del acero — **G** : *815494.39* kg/cm²
J: Momento de inercia a torsión uniforme — **J** : *3.64* cm4
I_x: Momento de inercia respecto al eje X — **I_x** : *1.82* cm4
I_y: Momento de inercia respecto al eje Y — **I_y** : *1.82* cm4

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de: — **F_e** : *24765.56* kg/cm²

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

F_{ex} : *24765.56* kg/cm²

F_{ey} : *24765.56* kg/cm²

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *2038735.98* kg/cm²
K: Factor de longitud efectiva. — **K_x** : *0.31*
K_y : *0.31*
L: Longitud de la barra — **L** : *1200* mm
r: Radio de giro dominante — **r_x** : *1.32* cm
r_y : *1.32* cm

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia — **I_x** : *1.82* cm4
I_y : *1.82* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. — **A** : *1.05* cm²

$Q = Q_s Q_a$ — **Q** : *1.00*

2) en secciones formadas únicamente por elementos no rigidizados:

$Q_s = 1.0$ — **Q_s** : *1.00*

c) para secciones circulares con carga axil:

i) Cuando: $\frac{D}{t} \leq 0.11\frac{E}{F_y}$

$Q_a = 1.0$

Qa : *1.00*

Donde:

D: Diámetro exterior — **D** : *38.10* mm

t: Espesor de la pared — **t** : *0.90* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *2038735.98* kg/cm²

Fy: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras — **Fy** : *2548.42* kg/cm²

Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$

ηM : ***0.919*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en el nudo N27, para la combinacíon de acciones 1.4·PP.

Donde:

Mr: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **Mr** : *0.026* t·m

Mc: Resistencia de diseño a flexión — **Mc** : *0.029* t·m

$M_c = \varphi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

φb: Factor de resistencia a flexión — **φb** : *0.90*

Mn: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 8, Sección 1 — **Mn** : *0.032* t·m

1. Fluencia

$M_n = M_p = F_y Z$

Mn : *0.032* t·m

Donde:

Fy: Límite elástico mínimo especificado — **Fy** : *2548.42* kg/cm²

Z: Módulo resistente plástico — **Z** : *1.25* cm³

2. Pandeo local del ala

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del ala no se aplica

Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte X (Capítulo G)

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

ηv : ***0.140*** ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce para la combinación de hipótesis 1.4·PP.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

V_r : *0.094* t

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \varphi_V V_n$$

V_c : *0.674* t

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

φ_v: Factor de resistencia a cortante

φ_v : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos redondos, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-6).

$$V_n = \frac{F_{cr} A}{2}$$

V_n : *0.749* t

Donde:

F_{cr}: Tensión crítica, tomada como el mayor de los siguientes valores:

F_{cr} : *1529.05* kg/cm²

$$F_{cr} \leq 0.6F_y$$

$$F_{cr} = \frac{1.6E}{\sqrt{\frac{L_v}{D}}\left(\frac{D}{t}\right)^{\frac{5}{4}}}$$

F_{cr} : *4915.90* kg/cm²

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

E : *2038735.98* kg/cm²

L_v: La distancia entre los puntos de cortante máximo y cortante cero, tomada, de forma conservadora, como la longitud de la viga

L_v : *1200.00* mm

D: Diámetro exterior

D : *38.10* mm

t: Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal

t : *0.84* mm

$$F_{cr} = \frac{0.78E}{\left(\frac{D}{t}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

F_{cr} : *5277.93* kg/cm²

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM
Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *2038735.98* kg/cm²

D: Diámetro exterior — **D** : *38.10* mm

t: Espesor de cálculo de la pared, tomada como 0.93 veces el espesor nominal — **t** : *0.84* mm

A: Área bruta del tubo hueco, basada en el espesor de diseño de la pared — **A** : *0.98* cm²

Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$\eta \leq 1$

η : ***0.998*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.4·PP.

Donde:

η_1: calculado según Artículo 1, Sección 1

1. Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión

b) Para $\frac{P_r}{P_c} < 0.2$

$$\eta = \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \quad \text{(H1-1b)}$$

η_1 : *1.00*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida — **P_r** : *0.355* t

P_c: Resistencia de diseño a compresión, calculado según el Capítulo E — **P_c** : *2.311* t

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte — **M_{rx}** : *0.026* t·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F — **M_{cx}** : *0.029* t·m

M_{ry}: Resistencia a flexión requerida en el eje débil — **M_{ry}** : *0.000* t·m

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión en el eje débil, calculado según el Capítulo F — **M_{cy}** : *0.029* t·m

η_2: calculado según Artículo 1, Sección 3

3. Secciones doblemente simétricas sometidas a flexocompresión simple

b) Para el estado límite de pandeo fuera del plano de flexión

$$\eta = \frac{P_r}{P_{co}} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} \right)^2 \quad \text{(H1-2)}$$

η_2 : *1.00*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida — **P_r** : *0.355* t

P_{co}: Resistencia de diseño a compresión para pandeo fuera del plano de flexión calculado según el Capítulo E — **P_{co}** : *2.311* t

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte — **M_{rx}** : *0.026* t·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F — **M_{cx}** : *0.029* t·m

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

6.2. ESCENARIO 2 (CARGA PUNTUAL SOBRE PATAS DE APOYO DEL ANDAMIO)

ANALISIS CON EL SOFTWARE SAP 2000

BAJADA DE CARGA PUNTUAL MÁXIMA Y OPERATIVA DE TRABAJO POR PATA DE APOYO

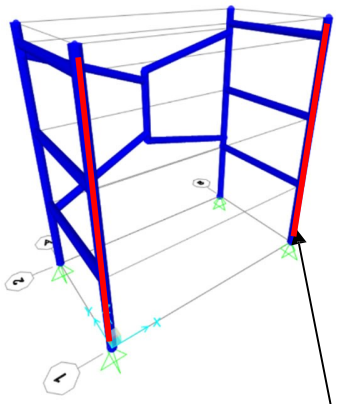
PESO PUNTUAL MAXIMO SOPORTADO POR PATA		
EL SOFTWARE SAP 2000 MAYORA EL PESO EN UN 40%	=	**1,215.00** KG
LA CARGA EQUIVALENTE SERIA PESO ULTIMO*1.4	=	**1,701.00** KG
CARGA TOTAL QUE BAJA EN LAS CUATRO (4) PATAS	=	**6,804.00** KG

CARGA MÁXIMA DE TRABAJO (KG)	FACTOR DE SEGURIDAD (NOM 009-STPS)	CARGA OPERATIVA DE TRABAJO POR PATA DE ANDAMIO (KG)	CARGA MÁXIMA DE TRABAJO SOBRE CADA PATA DE ANDAMIO (KG)
1,701.00	4.00	**425.25**	**1,701.00**

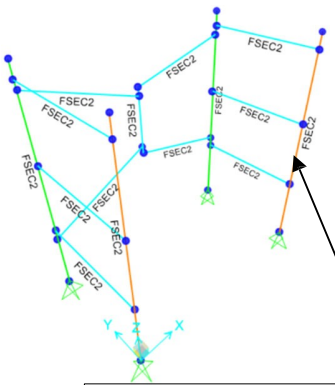
CARGA PUNTUAL MÁXIMA DE TRABAJO=1,701.00 (KG)

CARGA PUNTUAL OPERATIVA SOBRE PATA= 425.25 KG

CARGA PUNTUAL MÁXIMA DE TRABAJO SOBRE PATA=P1= 1,701.00 KG



Tramo de barra más esforzada antes de la falla a compresión. Esfuerzo de 94.80% del 100% de su capacidad.

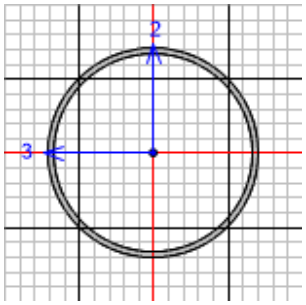


Tramo de barra Crítica.

IMÁGENES DE ESFUERZOS MÁXIMOS EN BARRAS
ANÁLISIS CON EL SOFTWARE SAP 2000

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

- ANÁLISIS DEL TRAMO DE TUBO DE 1.5" (PULGADAS) CAL.20 DE 1.20 m DE LONGITUD. ESTA TUBO ES LA MÁS SOLICITADO A ESFUERZO DE COMPRESIÓN. USO DEL SOFWARE SAP 2000



AISC 360-16 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
Units : Kgf, cm, C

Frame : 7	X Mid: 112.	Combo: DSTL1	Design Type: Column	
Length: 120.	Y Mid: 0.	Shape: FSEC2	Frame Type: OMF	
Loc : 75.	Z Mid: 60.	Class: Non-Compact	Princpl Rot: 0. degrees	

Provision: LRFD	Analysis: Direct Analysis			
D/C Limit=0.95	2nd Order: General 2nd Order		Reduction: Tau-b Fixed	
AlphaPr/Py=0.462	AlphaPr/Pe=0.674	Tau_b=1.	EA factor=0.8	EI factor=0.8

PhiB=0.9	PhiC=0.9	PhiTY=0.9	PhiTF=0.75	
PhiS=0.9	PhiS-RI=1.	PhiST=0.9		

A=1.049	I33=1.806	r33=1.312	S33=0.95	Av3=0.525
J=3.612	I22=1.806	r22=1.312	S22=0.95	Av2=0.525
E=2038901.916	Fy=3515.348	Ry=1.1	z33=1.239	Cw = Not Required
RLLF=1.	Fu=4569.953		z22=1.239	

HSS Welding: ERW Reduce HSS Thickness? No

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo DSTL1)

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
75.	-1,701.869	11.836	-1.753	0.021	-0.12	0.316

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1a)
D/C Ratio: 0.948 = 0.945 + 0.003 + 0.
= (Pr/Pc) + (8/9)(Mr33/Mc33) + (8/9)(Mr22/Mc22)

COMPACTNESS

Slenderness	Lambda	Lambda_p	Lambda_r	Lambda_s	Compactness
Bending/Any	42.222	40.6	179.8	261.	Non-Compact
Axial/Flange	42.222		63.8		Compact

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1a)

Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Minor Bending	0.313	1.	1.	1.	1.	1.

	Lltb	Kltb	Cb
LTB	0.313	1.	3.

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-1,701.869	1800.369	3318.77

	Mu Moment	phi*Mn Capacity	phi*Mn No LTB	phi*Mn Cb=1
Major Moment	11.836	3874.471	3874.471	3920.003
Minor Moment	-1.753	3874.471		

	Tu Moment	Tn Capacity	phi*Tn Capacity
Torsion	0.316	4104.212	3693.791

SHEAR CHECK

	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check
Major Shear	0.021	995.631	2.133E-05	OK
Minor Shear	0.12	995.631	0.	OK

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

ESCENARIO 3 (CARGA DISTRIBUIDA SOBRE PLATAFORMA DE ANDAMIOS EN TORRE TIPO 1)

(TORRE TIPO 1)
MODULO= ANDAMIO BANQUETERO SBT-8

MODULOS EN BASE = 1
MODULOS EN ALTURA= 3
ALTURA DE MODULO=1.20 M
ALTURA EN 7MODULOS = 3.60 M

TORRE DE ANDAMIOS DE 3 MÓDULOS.
ALTURA TOTAL DE 3.60 METROS.

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

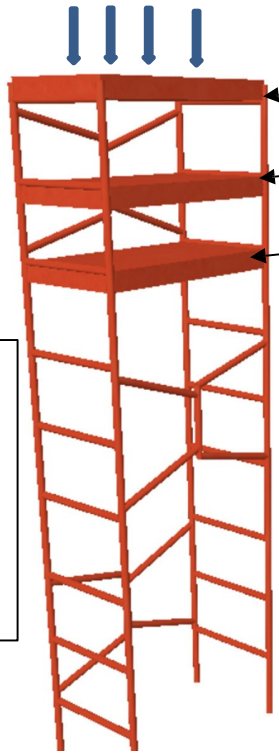
SE ANALIZARÁ EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA TORRE DE ANDAMIOS CARGANDO CON LA SIGUIENTE CONDICIÓN DE CARGA.

- CONDICIÓN DE CARGA.
  CARGA REPARTIDA EN LA PLATAFORMA DEL ÚLTIMO MÓDULO.
  LA CARGA QUE SE APLICARÁ ES DE LA MISMA MAGNITUD QUE SE APLICÓ PARA 1 MODULO, CON EL OBJETIVO DE OBSERVAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL A LA ALTURA DE 3 MÓDULOS.

- PARA CUMPLIR CON ESTE ANÁLISIS ES DE IMPORTANCIA SUJETAR EL ANDAMIO A UNA FACHADA O ESTRUCTURA RÍGIDA, CON EL FIN DE DAR RIGIDEZ LATERAL A LA ESTRUCTURA DE ANDAMIOS, SIEMPRE Y CUANDO QUE NO SEA POSIBLE CUMPLIR CON LA RELACIÓN DEL LADO MENOR DE LA BASE DEL ANDAMIO RESPECTO A LA ALTURA MÁXIMA NO SEA MAYOR DE LA RELACIÓN 1:4.

CARGA MÁXIMA DE TRABAJO = 1,737.02 KG

CARGA OPERATIVA DE TRABAJO=434.25 KG



RIGIDIZADOR LATERAL

(TORRE TIPO 1)
MODULO= ANDAMIO BANQUETERO SBT-8

MODULOS EN BASE = 1
MODULOS EN ALTURA= 3
ALTURA DE MODULO=1.20 M
ALTURA EN 7MODULOS = 3.60M

RELACIÓN ANCHO - ALTO <= 4
ANCHO=0.60 M
ALTO=3.60 M

$$\frac{3.60}{0.60} = 6 > 4 (\textit{SE REQUIERE RIGIDIZAR A } 2.50 \textit{ O' } 3.00 \textit{ M})$$

PLATAFORMAS DE TRABAJO	CARGA MUERTA POR MATERIALES Y HERRAM. (KG)	CARGA VIVA POR PERSONAL (KG)	**CARGA OPERATIVA DE TRABAJO SOBRE LA PLATAFORMA (KG)**	FACTOR DE SEGURIDAD (NOM 009-STPS-2011)	**CARGA MÁXIMA DE TRABAJO SOBRE LA PLATAFORMA (KG)**
PLATAFORMA 3	244.25	90.00	334.25	4.00	**1,337.02**
PLATAFORMA 2	50.00	0.00	50.00	4.00	**200.00**
PLATAFORMA 1	50.00	0.00	50.00	4.00	**200.00**
		SUMA TOTAL:	**434.25**	SUMA TOTAL:	**1,737.02**

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

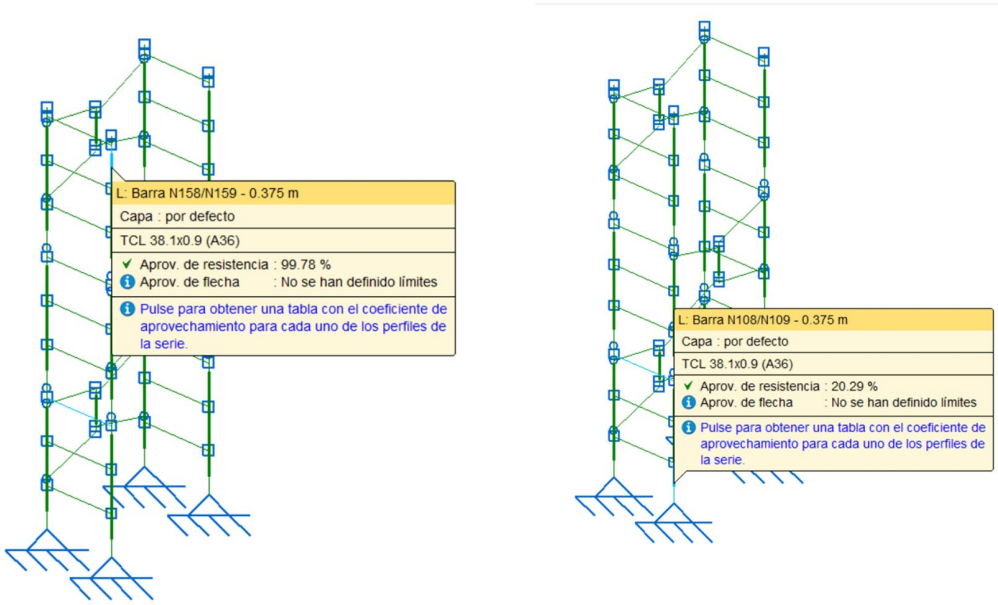

L: Barra N158/N159 - 0.375 m
Capa : por defecto
TCL 38.1x0.9 (A36)
Aprov. de resistencia : 99.78 %
Aprov. de flecha : No se han definido límites
Pulse para obtener una tabla con el coeficiente de aprovechamiento para cada uno de los perfiles de la serie.
L: Barra N108/N109 - 0.375 m
Capa : por defecto
TCL 38.1x0.9 (A36)
Aprov. de resistencia : 20.29 %
Aprov. de flecha : No se han definido límites
Pulse para obtener una tabla con el coeficiente de aprovechamiento para cada uno de los perfiles de la serie.

IMAGEN CON ESFUERZOS DE TRABAJO EN BARRAS DE LA ESTRUCTURA.
CONDICIÓN DE TRABAJO: CARGA REPARTIDA SOBRE PLATAFORMAS

EN LA ESTRUCTURA SE OBSERVA QUE EL ESFUERZO MAYOR SE PRESENTA EN LA BARRA DEL APOYO DEL TRAVESAÑO CON UN VALOR DE 99.78 % MÁXIMO. LOS ESFUERZOS SON PRÁCTICAMENTE IGUALES A LOS QUE SE PRESENTARON EN EL PRIMER ESCENARIO, DEBIDO A ESTO, YA NO ES NECESARIO PRESENTAR EN ESTE TERCER ESCENARIO EL INFORME DEL ANÁLISIS DE ESTA BARRA DE ACERO.

COMO CONSECUENCIA DE LA CARGA APLICADA EN LA PARTE SUPERIOR DE LA TORRE, SE OBSERVA UN ESFUERZO EN LA PATA INFERIOR DEL 20.29 % DEL 100%, LO QUE SIGNIFICA QUE EL TRAMO DE TUBO ESTÁ CON UN ESFUERZO DE TRABAJO MUY POR DEBAJO DE SU CAPACIDAD MÁXIMA DE TRABAJO, DEBIDO A QUE SOLO TRABAJA CON FUERZA DE COMPRESIÓN DE 469.00 KG. NO ES NECESARIO PRESENTAR EL ANÁLISIS DE ESTA BARRA YA QUE EL ESFUERZO MAYOR SE PRESENTA EN LAS BARRAS DEL MÓDULO DEL ANDAMIO SUPERIOR.

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

6.4. ESCENARIO 4 (CARGA PUNTUAL SOBRE LAS PATAS DEL ANDAMIO, EN TORRE TIPO 1)

SE ANALIZARÁ EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA TORRE DE ANDAMIOS CARGANDO CON LA SIGUIENTE CONDICIÓNE DE CARGA.

- CONDICIÓ DE CARGA.
  CARGA PUNTUAL SOBRE SUS CUATRO PATAS DE APOYO DEL ÚLTIMO MODULO DE LA TORRE DE ANDAMIOS.
  LA CARGA QUE SE APLICARÁ ES LA MISMA QUE SE APLICÓ PARA UN SOLO MODULO, PARA OBSERVAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL A LA ALTURA DE 3 MÓDULOS.

- PARA CUMPLIR CON ESTE ANÁLISIS ES DE IMPORTANCIA SUJETAR EL ANDAMIO A UNA FACHADA O ESTRUCTURA RÍGIDA, CON EL FIN DE DAR RIGIDEZ LATERAL A LA ESTRUCTURA DE ANDAMIOS, SIEMPRE Y CUANDO QUE NO SEA POSIBLE CUMPLIR CON LA RELACIÓN DEL LADO MENOR DE LA BASE DEL ANDAMIO RESPECTO A LA ALTURA MÁXIMA NO SEA MAYOR DE LA RELACIÓN 1:4.

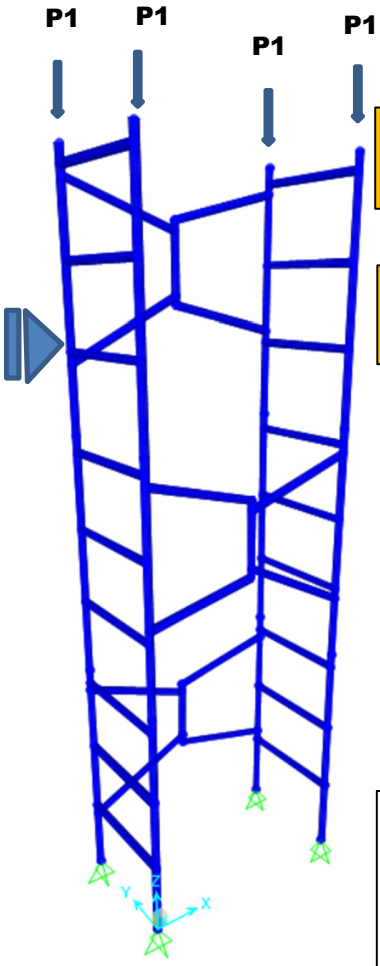
(TORRE TIPO 1)
MODULO= ANDAMIO BANQUETERO SBT-8

MODULOS EN BASE = 1
MODULOS EN ALTURA= 3
ALTURA DE MODULO=1.20 M
ALTURA EN 3 MODULOS = 3.60M

TORRE DE ANDAMIOS DE 3 MÓDULOS
ALTURA TOTAL DE 3.60 METROS

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

(CARGA PUNTUAL SOBRE PATAS DE LA TORRE DE ANDAMIOS, ANALIZADO CON EL SOFTWARE SAP 2000)



RIGIDIZADOR LATERAL

CARGA PUNTUAL MÁXIMA DE TRABAJO SOBRE PATA=P1= 1,701.00 KG

CARGA PUNTUAL OPERATIVA SOBRE PATA= 425.25 KG

(TORRE TIPO 1)
MODULO= ANDAMIO BANQUETERO SBT-8

MODULOS EN BASE = 1
MODULOS EN ALTURA= 3
ALTURA DE MODULO=1.20 M
ALTURA EN 7MODULOS = 3.60M

RELACIÓN ANCHO - ALTO <= 4
ANCHO=0.60 M
ALTO=3.60 M

$$\frac{3.60}{0.60} = 6 > 4 (\textit{SE REQUIERE RIGIDIZAR A 2.50 O' 3.00 M})$$

CONDICIÓN DE CARGA:
CARGA PUNTUAL MÁXIMA DE TRABAJO SOBRE PATA=1,701.00 kg

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

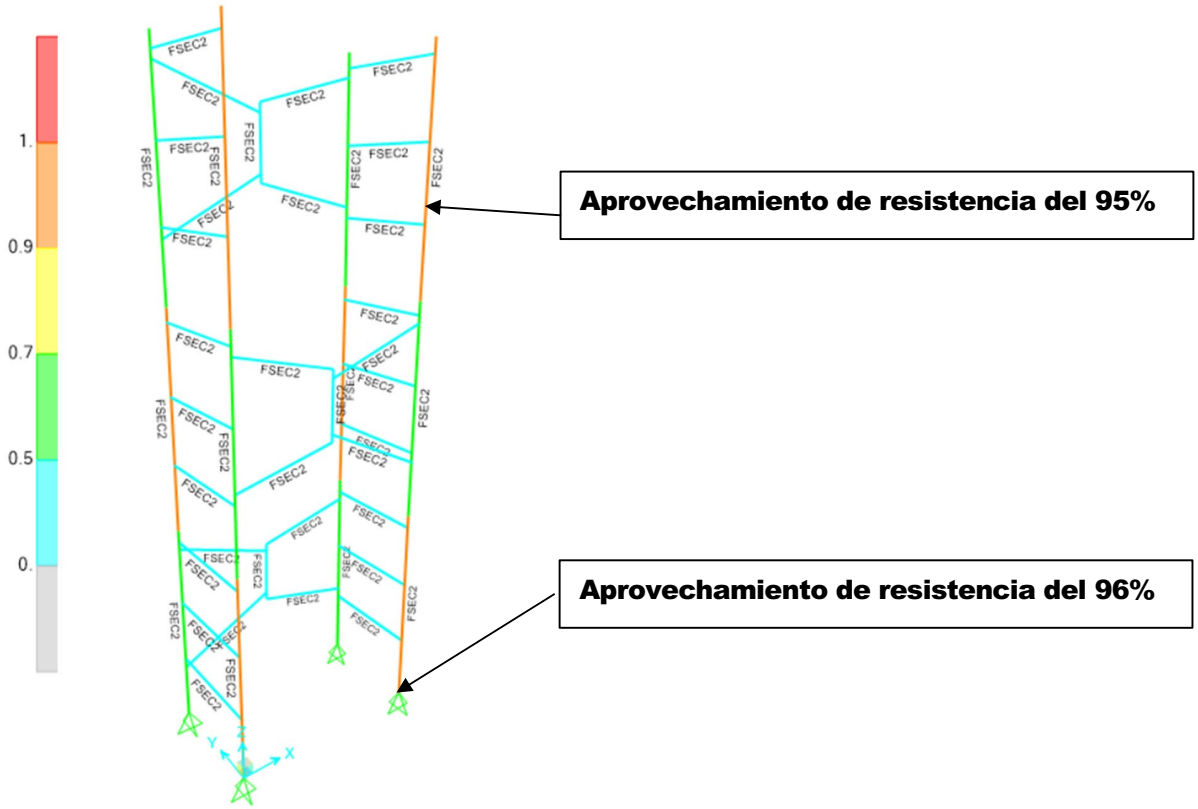
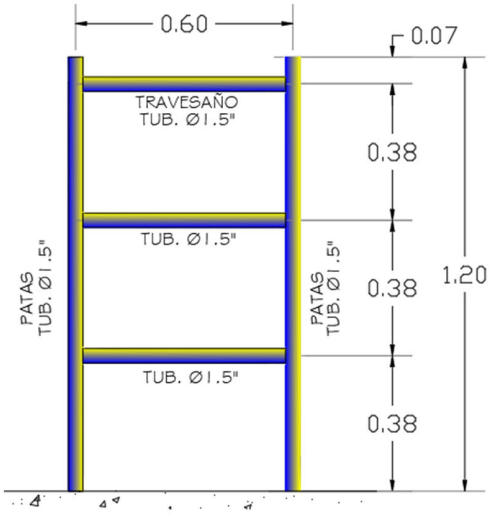


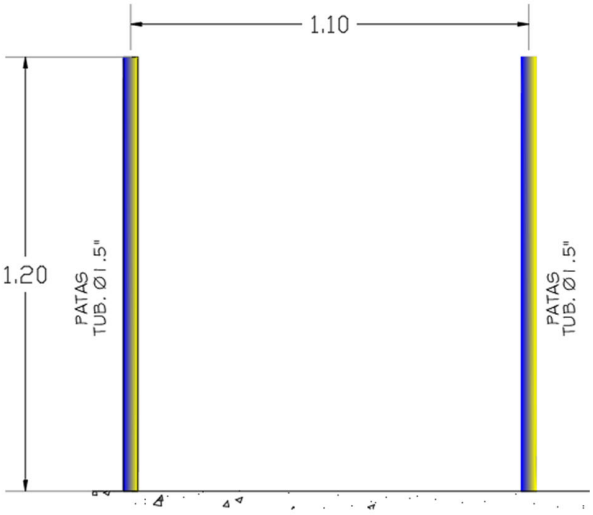
IMAGEN CON ESFUERZOS DE TRABAJO EN BARRAS DE LA ESTRUCTURA
SEGUNDA CONDICIÓN DE TRABAJO

SE OBSERVA EN LA ESTRUCTURA QUE EL ESFUERZO MAYOR SE PRESENTA EN EL TUBO BASE, DONDE BAJA LA CARGA, CON UN VALOR DE 96.00 %, ES LIGERAMENTE MAYOR AL ESFUERZO EN EL ÚLTIMO MODULO. EL AUMENTO DE ESFUERZO ES DEBIDO AL PESO PROPIO DEL ANDAMIO. LOS ESFUERZOS SON PRÁCTICAMENTE IGUALES A LOS QUE SE PRESENTARON EN EL SEGUNDO ESCENARIO, DEBIDO A ESTO YA NO ES NECESARIO PRESENTAR EN ESTE CUARTO ESCENARIO EL ANÁLISIS DE ESTOS PERFILES DE ACERO.

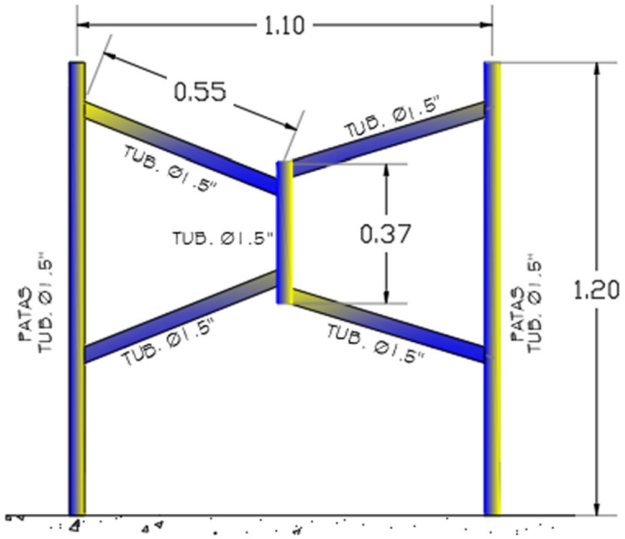
ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM



ANDAMIO
BANQUETERO SBT-8
VISTA LATERAL ACOT. MTS



ANDAMIO
BANQUETERO SBT-8
VISTA FRONTAL ACOT. MTS



ANDAMIO
BANQUETERO SBT-8
VISTA FRONTAL POSTERIOR ACOT. MTS

PLANO ESTRUCTURAL (PES-SBT-8)

7. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.

ESCENARIO 1 (CARGA SUPERFICIAL EN PLATAFORMAS DEL ANDAMIO BANQUETERO SBT-8).

- PRODUCTO DE LA CARGA SUPERFICIAL, EL TUBO TRAVESAÑO SUPERIOR RECIBE 1,337.02 KG/ML. DEL ANÁLISIS EFECTUADO, SE OBSERVA QUE EL TUBO ESTÁ TRABAJANDO AL 96.82 % DE SU 100 % DE RESISTENCIA. EL POSTE DE APOYO ESTA LIGERAMENTE MÁS FATIGADO CON EL 99.79%. SE CONCLUYE NO SOBREPASAR LA CARGA SUPERFICIAL APLICADA EN EL ANDAMIO PARA EVITAR LA FALLA A FLEXOCOMPRESIÓN DEL TUBO.

- PARA OBTENER LA CARGA Y ESFUERZOS MENCIONADOS ANTERIORMENTE EN TRAVESAÑO Y POSTE DE APOYO, SE NECESITA UNA CARGA MÁXIMA DE TRABAJO DISTRIBUIDA SOBRE LAS PLATAFORMAS DEL ANDAMIO DE 1,737.02 KG.

- LA NORMA (NOM 009-STPS) RECOMIENDA UN COEFICIENTE DE SEGURIDAD DE 4 PARA DISEÑO DE ANDAMIOS. SÍ APLICAMOS ESTE FACTOR DE SEGURIDAD SE OBTIENE UNA CARGA OPERATIVA DE TRABAJO DE 434.25 KG, DISTRIBUIDA SOBRE LAS PLATAFORMAS DE LA SIGUIENTE FORMA:

PLATAFORMAS DE TRABAJO	CARGA MUERTA POR MATERIALES Y HERRAM. (KG)	CARGA VIVA POR PERSONAL (KG)	**CARGA OPERATIVA DE TRABAJO SOBRE LA PLATAFORMA (KG)**	FACTOR DE SEGURIDAD (NOM 009-STPS-2011)	**CARGA MÁXIMA DE TRABAJO SOBRE LA PLATAFORMA (KG)**
PLATAFORMA 3	244.25	90.00	334.25	4.00	**1,337.02**
PLATAFORMA 2	50.00	0.00	50.00	4.00	**200.00**
PLATAFORMA 1	50.00	0.00	50.00	4.00	**200.00**
		SUMA TOTAL:	**434.25**	SUMA TOTAL:	**1,737.02**

ESCENARIO 2 (CARGA PUNTUAL SOBRE PATAS DE APOYO DEL ANDAMIO BANQUETERO SBT-8).

- SE APLICÓ VERTICALMENTE AL TUBO UNA CARGA MÁXIMA DE TRABAJO DE 1,701.00 KG. GENERANDO UN ESFUERZO A COMPRESIÓN DE 95% DE SU 100% DE CAPACIDAD RESISTENTE A COMPRESIÓN. LA CARGA MÁXIMA DE TRABAJO DE FORMA PUNTUAL TOTAL EN LAS CUATRO PATAS DE LA ESTRUCTURA DEL ANDAMIO ES DE 6,804.00 KG.

- LA NORMA (NOM 009-STPS) EXIGE UN COEFICIENTE DE SEGURIDAD DE 4, PARA DISEÑO DE ANDAMIOS. SI APLICAMOS ESTE FACTOR DE SEGURIDAD LA CARGA OPERATIVA DE TRABAJO ES DE 425.25 KG. PUNTUAL POR CADA PATA DEL ANDAMIO. LA CARGA OPERATIVA DE TRABAJO DE FORMA PUNTUAL TOTAL EN LAS CUATRO PATAS DE LA ESTRUCTURA DEL ANDAMIO ES DE 1,701.00 KG.

ESCENARIO 3 (CARGA DISTRIBUIDA SOBRE PLATAFORMAS SUPERIORES EN TORRE TIPO 1.

TORRE DE ANDAMIOS TIPO 1 = 1 MÓDULO DE BASE Y 3 MÓDULOS VERTICALES, RESULTANDO UNA ALTURA DE 3.60 METROS.

CONDICIÓN. (CARGA REPARTIDA EN PLATAFORMA DEL ÚLTIMO MÓDULO)

- SE OBSERVA EN EL ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA QUE EL ESFUERZO PÉSIMO FUE DE 99.78% PARA EL TUBO VERTICAL QUE SOSTIENE EL TRAVESAÑO DE LA PLATAFORMA 3, DEL ÚLTIMO MÓDULO, GENERADO POR UNA CARGA MÁXIMA DE TRABAJO DISTRIBUIDA SOBRE LA PLATAFORMA DE 1,337.02 KG. ESTA CARGA MÁXIMA SE DEBE REPARTIR EN LAS PLATAFORMAS DE LA FORMA SIGUIENTE:

PLATAFORMAS DE TRABAJO	CARGA MUERTA POR MATERIALES Y HERRAM. (KG)	CARGA VIVA POR PERSONAL (KG)	**CARGA OPERATIVA DE TRABAJO SOBRE LA PLATAFORMA (KG)**	FACTOR DE SEGURIDAD (NOM 009-STPS-2011)	**CARGA MÁXIMA DE TRABAJO SOBRE LA PLATAFORMA (KG)**
PLATAFORMA 3	244.25	90.00	334.25	4.00	**1,337.02**
PLATAFORMA 2	50.00	0.00	50.00	4.00	**200.00**
PLATAFORMA 1	50.00	0.00	50.00	4.00	**200.00**
		SUMA TOTAL:	**434.25**	SUMA TOTAL:	**1,737.02**

- EL ESFUERZO EN EL TRAVESAÑO DEL ÚLTIMO MODULO ES PRÁCTICAMENTE SIMILAR AL PRESENTADO EN EL ANÁLISIS DE UN SOLO MODULO.

ESCENARIO 4. (CARGA PUNTUAL SOBRE PATAS DEL ANDAMIO EN TORRE (TIPO 1).

CONDICIÓN. (CARGA PUNTUAL SOBRE SUS CUATRO PATAS DE APOYO EN EL ÚLTIMO MÓDULO DE ANDAMIO).

- SE APLICÓ VERTICALMENTE AL TUBO LA MISMA CARGA MÁXIMA DE TRABAJO DE 1,701.00 KG. DEL ESCENARIO 2 PARA UN SOLO MODULO.

- SE OBSERVÓ DEL ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA QUE EL ESFUERZO MAYOR A COMPRESIÓN SE PRESENTA EN LA PATA VERTICAL DE APOYO DEL PRIMER MÓDULO CON VALOR DE 96.00 % DE SU 100% DE CAPACIDAD MÁXIMA, LOS ESFUERZOS DE COMPRESIÓN SON PRÁCTICAMENTE IDÉNTICOS A LOS QUE SE PRESENTARON EN EL ESCENARIO 2, CON UN SOLO MÓDULO DE ANDAMIO Y CON LA MISMA CARGA APLICADA.

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL CED. PROF. 12072005
TEL. 9371199702 CORREO: JOSE_CARMEN10@HOTMAIL.COM

PARA CUMPLIR CON EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN TORRES DE ANDAMIOS, ES DE SUMA IMPORTANCIA SUJETAR LA TORRE A 2.50 O' 3.00 M DE ALTURA, A UNA FACHADA O ESTRUCTURA RÍGIDA, PARA GARANTIZAR LA RIGIDEZ LATERAL DEL ANDAMIO.

LOS MATERIALES USADOS Y DIMENSIONES SEÑALADOS EN EL PLANO ESTRUCTURAL (PES-SBT-8) SON CORRECTOS PARA EL FUNCIONAMIENTO COMO ESTRUCTURA DEL ANDAMIO, PARA SOPORTE DE PERSONAL Y MATERIALES.

POR LO ANTERIOR SE AFIRMA QUE LA ESTRUCTURA REVISADA DE TUBOS DE ACERO GALVANIZADO DE Ø 1.5" (PULGADAS) CED. 20 PUEDE DESEMPEÑAR LA FUNCIÓN PARA LA CUAL ESTÁ DESTINADA. SIEMPRE Y CUANDO SE CUMPLAN CON LAS CARGAS DE OPERACIÓN Y RECOMENDACIONES AQUÍ MENCIONADAS.

LA VIDA ÚTIL PUEDE ALARGARSE SI SE DA MANTENIMIENTO PREVENTIVO OPORTUNA A LA ESTRUCTURA Y SEGUIR LAS RECOMENDACIONES DE LA NORMA NOM-009 STPS-2011 DEL APARTADO ANDAMIOS COMO POR EJEMPLO LOS SIGUIENTE.

- CONSTATAR QUE SE CAREZCA DE ABOLLADURAS, GRIETAS, DEFORMACIONES U OXIDACIONES EN SUS TUBOS Y OTROS ELEMENTOS METÁLICOS.

ELABORÓ:

ING. JOSÉ DEL CARMEN GÓMEZ JIMÉNEZ
CED. PROF. 12072005

8. BIBLIOGRAFÍA.

- NORMA NOM-009 STPS-2011.
- MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION, AMERCAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (AISC).
- DESING IN STRUCTURAL STEEL, JOHN E. LOHERS ED. PRENTICE HALL (1953).
- MANUAL DE DISEÑO PARA LA CONSTRUCCION CON ACERO, AHMSA, (2013).
- MANUAL PARA CONSTRUCTORES, ACERO MONTERREY, (1979).